



71 Anmelder:

Wabco Westinghouse Fahrzeugbremsen GmbH,  
3000 Hannover, DE

72 Erfinder:

Neuhaus, Detlev, Dipl.-Ing.; Stehr, Wolfgang,  
Dipl.-Ing., 3000 Hannover, DE

56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht zu ziehende Druckschriften:

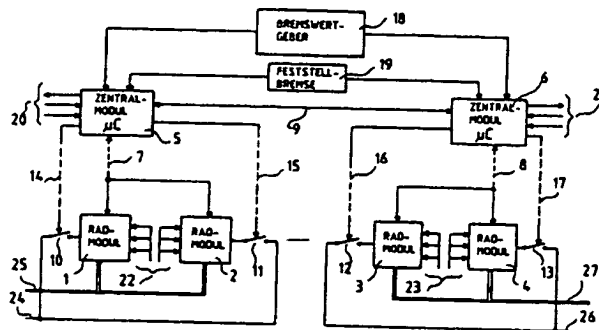
DE 38 41 750 A1  
DE 38 29 951 A1  
DE 35 02 049 A1  
DE 33 13 078 A1  
US 48 50 650  
US 47 49 238  
US 35 45 817

CH-Z: DEGEN, Werner: Strom statt Luft in der  
Nutzfahrzeug-Bremsanlage. In: Automobil-Revue,  
Nr.13, 24.03.1988, S.51;

54 Elektronisches Bremssystem für Straßenfahrzeuge

57 Es wird ein elektronisches Bremssystem für Straßenfahrzeuge vorgeschlagen, dessen Elektronik dezentral ausgebildet ist, mit mindestens einem Zentralmodul, das wenigstens einen Mikroprozessor mit eigener Intelligenz aufweist, und mit mehreren Radmodulen (1 bis 4), welche ebenfalls Mikroprozessoren mit eigener Intelligenz aufweisen, wobei die Radmodule dem Zentralmodul hierarchisch unterstellt sind.

Das Zentralmodul (5, 6) ist systemübergreifend in die übrige Fahrzeugelektronik eingebunden, d. h., es empfängt Signale wie Lenkwinkel, Fahrzeugverzögerung, vom Fahrer vorgegebene Werte wie Bremsanforderung, Feststellbremse, Retarder usw., die für das gesamte Fahrzeug von Wichtigkeit sind. Die Radmodule (1 bis 4) sind primär für die Versorgung des jeweils zugehörigen Rades zuständig. Sie enthalten unter anderem die zugehörige Leistungsendstufe (35), mit welcher das Modulationsventil (29) des zugehörigen Bremszylinders (30) angesteuert wird. Sie enthalten weiter dem Rad zugehörige Elektronik, wie z. B. einen dem Rad zugeordneten Blockierschutz-Regelkanal.



Die Erfindung bezieht sich auf ein elektronisches Bremssystem für Straßenfahrzeuge gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Ein derartiges elektronisches Bremssystem ist bekannt aus der DE-A 26 22 746. Bei elektronischen Bremssystemen wird eine vom Fahrer mittels eines Gebers vorgegebene Bremsgröße als ein elektrischer Spannungswert dargestellt. Diese Spannung kann dann anschließend in einer Elektronik noch modifiziert werden. So kann z. B. eine gewünschte Kennlinie zwischen der Bremspedalstellung und der erzeugten Bremskraft nachgebildet werden. Auch ist es möglich, die Beladung des Fahrzeugs zu berücksichtigen (Automatisch lastabhängige Bremse ALB), oder einen Blockierschutz vorzusehen (Antiblockiersystem ABS). Die so modifizierte Spannung wird dann nach einer Verstärkung den einzelnen Rädern zugeordneten Magnetventilen zugeleitet, mit welchen das die einzelnen Bremsen betätigende Druckmittel (Hydraulik oder Druckluft) reguliert wird.

Der Hauptvorteil eines solchen elektronischen Bremssystems gegenüber einer konventionellen Bremsanlage, bei welcher die Steuergröße von einem pneumatischen Bremsventil zu den Bremszylindern geführt wird (bei einer Druckluftbremsanlage in Nutzfahrzeugen), liegt in der erhöhten Schnelligkeit und in der leichteren Modifizierbarkeit der elektrischen Steuergröße.

Bei der Anwendung eines elektronischen Bremssystems in Nutzfahrzeugen wird auf die Sicherheit des Systems und auf niedrige Kosten besonderer Wert gelegt. Ferner soll bei Defekten in der Elektronik der Fehler leicht zu lokalisieren und, möglichst durch bloßes Austauschen von Komponenten, zu beheben sein.

Bekannte Konzepte elektronischer Bremssysteme sind zentral aufgebaut, d. h. eine zentral angeordnete Steuereinheit ermittelt alle für die Bremsung notwendigen Informationen wie Stellung des Bremspedals, Bremsdruck, Bremsmoment, Drehzahlen der Räder usw. Aus diesen Informationen werden die Stellgrößen für die Bremsen gewonnen und die entsprechenden Aktuatoren angesteuert. Zusätzliche Aufgaben der zentralen Steuereinheit sind im wesentlichen die Überwachung der gesamten Bremsanlage, Anzeige des Betriebszustands und Einleitung von Maßnahmen bei Fehlern.

Aus der DE-A 33 35 932 ist weiter eine Fahrzeug-Elektronik bekannt, die in mehrere Funktionsmodule, z. B. für Klimasteuerung, Blockierschutz usw. aufgeteilt ist. Die Module enthalten Mikroprozessoren, die nach einem vorgegebenen Programm ihre Aufgaben erledigen, also eine eigene Intelligenz besitzen. Diese Module sind an zentraler Stelle im Fahrzeug angeordnet und im Störfall leicht einzeln austauschbar.

Über einen Multiplex-Sender/Empfänger sind die Module an mehrere sogenannte Unterverteilungen angeschlossen. Diese sind dezentral in den Ecken des Fahrzeugs angeordnet, dekodieren mit die Multiplex-Signale, und leiten die Befehle der Zentralmodule weiter an angeschlossene Bauteile, wie Lampen, Aktuatoren oder Ventile. Ebenso ist eine Rückmeldung an die Zentralmodule, z. B. von Signalen angeschlossener Sensoren, möglich.

Obwohl die Unterverteilungen ebenfalls einen Mikroprozessor enthalten, besitzen sie keine eigene Intelligenz, sondern leiten lediglich über das Multiplex-System Befehle bzw. Meßwerte weiter.

Die bekannten Systeme mit zentral im Fahrzeug an-

geordneter Intelligenz, d. h. mit Zentralelektronik mit Mikroprozessoren, haben nun gewisse Nachteile. So sind z. B. die elektrischen Leitungen von der Elektronik zu den Aktuatoren und von den Sensoren zur Elektronik relativ lang und daher störanfällig. Falls große Ströme fließen, bilden diese Leitungen weiter eine Störquelle. Weiter ist die Zentralelektronik durch die große Zahl der Sensoren und Aktuatoren sehr komplex aufgebaut. Hierdurch und auch durch die große Zahl von Leitungen und Steckverbindungen wird die Störanfälligkeit erhöht. Außerdem sind Teilsysteme, z. B. Magnetventile, nicht ohne weiteres mit anderen Modellen austauschbar, da die Software der Zentralelektronik an die Daten der Ventile, insbesondere deren Schaltzeiten, angepaßt ist.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein elektronisches Bremssystem der eingangs genannten Art anzugeben, welches die o. g. Nachteile vermeidet.

Diese Aufgabe wird durch die im Patentanspruch 1 enthaltene Erfindung gelöst. Die Unteransprüche enthalten zweckmäßige Weiterbildungen der Erfindung.

Durch die erfindungsgemäße dezentrale Ausbildung der Elektronik mit mindestens einem Zentralmodul, das Mikroprozessoren mit der oben erwähnten eigenen Intelligenz aufweist, und mit mehreren Radmodulen, welche ebenfalls Mikroprozessoren mit der erwähnten eigenen Intelligenz aufweisen, und wobei die Radmodule den Zentralmodulen hierarchisch unterstellt sind, ergeben sich verschiedene Vorteile des Systems.

Die Zentralmodule sind systemübergreifend in die übrige Fahrzeugelektronik eingebunden, d. h., sie empfangen Signale wie Lenkwinkel, Fahrzeugverzögerung, vom Fahrer vorgegebene Werte wie Bremsanforderung, Feststellbremse, Retarder, usw., die für das gesamte Fahrzeug von Wichtigkeit sind.

Dagegen sind die Radmodule nur für die Versorgung des jeweils zugehörigen Rades zuständig. Sie enthalten unter anderem die zugehörige Leistungsendstufe, mit welcher das Modulationsventil des zugehörigen Bremszylinders angesteuert wird. Sie enthalten weiter zugehörige intelligente Elektroniken, wie der dem Rad zugeordnete Blockierschutz-Regelkanal.

Übergeordnete Teile der Blockierschutz-Elektronik, wie z. B. die Sicherheits-Überwachung des Gesamtsystems und die Erzeugung einer gemeinsamen Fahrzeug-Referenzgeschwindigkeit, sind nicht in den Radmodulen, sondern in den Zentralmodulen angeordnet.

Die hauptsächlichen Vorteile des erfindungsgemäßen Systems gegenüber dem Stand der Technik sind der geringere Installationsaufwand, die kleinere Baugröße der Steuereinheiten und geringere Zahl von Leitungen, der einfache Aufbau der Steuereinheiten (Testbarkeit), die getrennten Versorgungs- und Informationsstränge, die selektive Abschaltbarkeit von Teilsystemen im Fehlerfall und die einfache Austauschbarkeit der Komponenten durch den modularen Aufbau, wobei auch Varianten einfach zu realisieren sind.

Die Erfindung wird im folgenden anhand einer Zeichnung näher erläutert.

Diese zeigt in

Fig. 1 ein Blockschaltbild des gesamten elektronischen Bremssystems,

Fig. 2 den genauen Aufbau eines Radmoduls.

Das Bremssystem besteht aus zwei an zentraler Stelle im Fahrzeug angeordneten Zentralmodulen (5, 6) und vier in der Nähe der Räder angeordneten Radmodulen (1 bis 4). Die Zentralmodule (5, 6) können beispielsweise im Fahrerhaus, im Motorraum oder in einem seitlich am

Fahrzeug befestigten Behälter angeordnet sein. Die Zentralmodule (5, 6) bestehen im wesentlichen aus mindestens einem Mikrocomputer. Als Mikrocomputer kann hier der Typ 68 010 der Firma Motorola, oder ein anderer 16-BIT-Mikrocomputer eingesetzt werden.

Die wichtigste Eingangsgröße für die Zentralmodule (5, 6) des elektronischen Bremssystems ist die vom Fahrer vorgegebene Stellung (oder die Pedalkraft) des Bremspedals. Dieser Wert wird von einem elektronischen Bremswertgeber (18) abgefühlt und dem Zentralmodulen (5, 6) zugeleitet. Der Bremswertgeber (18) ist zweikreisig aufgebaut, und kann zum Abfühlen der Bremspedalstellung beispielsweise zwei Potentiometer enthalten. Die Meßwertübertragung zu den Zentralmodulen kann analog oder digital erfolgen.

In prinzipiell gleicher Weise werden den Zentralmodulen (5, 6) auch die Stellung einer Feststellbremse (19) zugeleitet. Auch dieses System ist zweikreisig ausgebildet.

Über Leitungen (20, 21) erhalten die Zentralmodule (5, 6) weitere Informationen von zusätzlichen Sensoren, und können auch Aktuatoren angesteuert werden (nicht im einzelnen dargestellt). Als weitere Sensoren kommen infrage ein Sensor für die Fahrzeugverzögerung sowie ein Sensor für den Lenkwinkel. Als weiterer Aktuator kann z.B. das Magnetventil eines Retarders angeschlossen sein.

Die beiden Zentralmodule (5, 6) sind über einen Datenbus (9) miteinander verbunden. Über diesen Datenbus (9) erfolgt ein Datenaustausch, beispielsweise über die Achslast, die Fahrzeugreferenzgeschwindigkeit und den vom Bremswertgeber (18) eingegebenen Bremswert. Außerdem erfolgt über die Leitung (9) eine gegenseitige Sicherheits-Kontrolle der beiden Mikrocomputer.

Die Verbindung zwischen den Zentralmodulen (5, 6) und den Radmodulen (1 bis 4) erfolgt über zwei Datenbusse (7, 8). Diese sind mit definierten Schnittstellen, vorzugsweise Standard-Schnittstellen versehen, so daß gegebenenfalls auch Zentralmodule und Radmodule verschiedener Hersteller miteinander kommunizieren können. Der Datenaustausch erfolgt vorzugsweise über eine Zweidrahtleitung im seriellen Betrieb. Durch die erfindungsgemäße Aufteilung in Zentral- und Radmodule ist eine derartige Verbindung ausreichend, da nur eine geringe Zahl übergeordneter Daten ausgetauscht wird, während größere Datenmengen, beispielsweise während einer Blockierschutz-Regelung direkt in den Radmodulen verarbeitet werden können.

Über weitere Verbindungsleitungen (14 bis 17) können die Zentralmodule (5, 6) elektronische Schalter oder Relais (10 bis 13) ansteuern. Mit diesen können die Radmodule (1 bis 4) im Fehlerfall von ihrer Stromversorgung (24, 26) abgetrennt werden. Die Schalter bzw. Relais (10 bis 13) können auch innerhalb der Radmodule (1 bis 4) angeordnet sein.

Es ist auch möglich, die Schalter (10 bis 13) in der Nähe oder in den Zentralmodulen (5, 6) anzuordnen. In diesem Fall erfolgt die Stromversorgung der Radmodule (1 bis 4) über die Leitungen (7, 8), welche hierzu mit entsprechend dickeren zusätzlichen Drähten zur Stromübertragung versehen sind.

Den Radmodulen (1 bis 4) können über Eingangsleitungen (22, 23) Signale von externen Sensoren zugeleitet werden. Diese Sensoren können z. B. die Bremsentemperatur, die Belagstärke, die Bremskraft und die Radgeschwindigkeit abfühlen. Es können auch zwei Radmodule einer Achse zu einem Achsmodul zusammen-

mengefaßt sein.

In der Fig. 2 ist der innere Aufbau des Radmoduls (1) schematisch dargestellt. Ein Mikrocomputer (28), vorzugsweise vom gleichen Typ wie in den Zentralmodulen enthalten, wird über eine Leitung (24) und den elektronischen Schalter (10) mit Betriebsspannung versorgt. Der Schalter (10) ist über die Leitung (14) vom Zentralmodul (5) betätigbar. Der Datenaustausch zwischen dem Mikrocomputer (28) und dem Zentralmodul (5) erfolgt über den Datenbus (7). Externe Sensoren sind über die Leitung (22) an den Mikrocomputer (28) angeschlossen. Die Drehzahl des zugehörigen Rades (31) wird durch einen Sensor (32) über eine Leitung (34) dem Mikrocomputer (28) zugeleitet. Die Messung des Bremsdruckes im Bremszylinder (30) erfolgt über einen Drucksensor (33). Über eine Bremsleitung (25) wird das zum Bremsen verwendete Druckmittel (Druckluft oder Hydrauliköl) über einen Bremsdruckmodulator (29) dem Bremszylinder (30) zugeführt. Der Modulator (29) kann durch den Mikrocomputer (28) über einen Verstärker (35) in die Stellungen Druckhalten, Drucksteigern oder Drucksinken geschaltet werden. Es ist aber auch die Verwendung eines analogen Modulators (29) möglich.

Bei den mit Mikrocomputern versehenen Modulen (1 bis 6) sind der Einfachheit halber alle dem Fachmann bekannten notwendigen zusätzlichen Schaltungsteile, wie Pegelanpassungen, Analog-Digital-Wandler, Treiber usw. nicht näher dargestellt worden.

Die Radmodule (1 bis 4) können die von den angeschlossenen Sensoren übermittelten Daten auch an die Zentralmodule (5, 6) weiterleiten. Dies gilt insbesondere für die Radgeschwindigkeiten und die Bremsbelagstärken.

Die Datenbusse (7 bis 9) können auch als Lichtleiter ausgebildet werden. Dies hat den Vorteil der größeren Störsicherheit und einer größeren übertragbaren Datenmenge.

Das elektronische Bremssystem funktioniert im wesentlichen wie folgt.

Der vom Fahrer vorgegebene Bremswert wird den Zentralmodulen (5, 6) zugeleitet und hier zunächst modifiziert. Dies bedeutet, daß mittels der in den Mikrocomputern enthaltenen Programme der vorgegebene Bremswert für die einzelnen Radmodule (1 bis 4) unterschiedlich ausfallen kann. Durch diesen sogenannten Bremswertabgleich soll sichergestellt werden, daß beispielsweise die Belagstärken der Bremsen im Laufe der Zeit nicht voneinander abweichen, daß eine überhitzte Bremse weniger stark beaufschlagt wird, und daß Giermomente ausgeglichen werden können usw.

Weiter ist in den Zentralmodulen (5, 6) eine ALB-Funktion (Automatisch lastabhängige Bremse) enthalten. Hierdurch wird die Bremsung lastabhängig gemacht, d. h. einem vorgegebenen Pedalweg im Bremswertgeber (18) entspricht bei beladenem Fahrzeug ein höherer Bremsdruck als bei leerem Fahrzeug.

Die so modifizierten Bremswerte werden den Radmodulen zugeleitet, und durch diese die entsprechenden Bremsdruck-Modulatoren (29) angesteuert. Der vorgegebene Bremsdruck oder auch eine vorgegebene Bremskraft wird eingeregelt.

Falls durch den Radsensor (32) ein beginnendes Blockieren der Räder erkannt wird, wird der Bremsdruck mittels der in den Radmodulen integrierten Blockierschutz-Funktion in dem Fachmann bekannter Weise herabgesetzt bzw. auf einen konstanten Schlupfwert von etwa 20% eingeregelt. Die für die ABS-Regelung zur Berechnung von Rad-Schlupfwerten benötigte

Fahrzeugreferenzgeschwindigkeit wird in den Zentralmodulen (5, 6) erzeugt und den Radmodulen über die Datenbusse (7, 8) zugeleitet.

Neben der Blockierschutz-Funktion kann in den Mikrocomputern der Radmodule auch eine Schleuderschutzfunktion integriert sein, wodurch ein Durchdrehen der Räder beim Anfahren in an sich bekannter Weise verhindert wird.

Falls durch integrierte Sicherheitsschaltungen in den Radmodulen (1 bis 4) oder den Zentralmodulen (5, 6) ein Fehler in den Radmodulen (1 bis 4) festgestellt wird, kann das betreffende Modul durch den zugehörigen Schalter (10 bis 13) abgeschaltet werden. In diesem Falle kann das zugehörige Rad nicht mehr gebremst werden. Durch die übrigen, noch intakten Räder ist jedoch die vorgeschriebene Restbremswirkung sichergestellt. Eine entsprechende Abschaltung erfolgt auch bei einem Defekt in den Datenbussen (7, 8).

Die Radmodule (1, 2) bzw. (3, 4) können entweder zur gleichen Achse oder zu einer Diagonalen des Fahrzeugs gehören. Die Aufteilung in Diagonalen hat den Vorteil einer besonders guten Seitenführungskraft im Fehlerfall.

#### Patentansprüche

1. Elektronisches Bremssystem für Straßenfahrzeuge, mit einer zur Ansteuerung von Bremsdruckmodulatoren dienenden Elektronik, **gekennzeichnet** durch folgende Merkmale:

- a) die Elektronik ist aufgeteilt in mehrere den Rädern zugeordnete, mit mindestens einem Mikrocomputer versehene Radmodule (1, 2, 3, 4) mit eigener Intelligenz, die räumlich in der Nähe der Räder angeordnet sind, und in mindestens ein mit mindestens einem Mikrocomputer versehenes übergeordnetes Zentralmodul (5, 6) mit eigener Intelligenz, welches vorzugsweise an zentraler Stelle des Fahrzeugs angeordnet ist;
- b) das Zentralmodul (5, 6) empfängt mindestens die Werte eines Betriebs-Bremswertgebers (18) und einer Feststellbremse (19);
- c) die Radmodule (1, 2, 3, 4) empfangen von dem Zentralmodul (5, 6) einen Bremsdruck-Sollwert;
- d) die Radmodule (1, 2, 3, 4) empfangen von Sensoren (32, 33), die am zugehörigen Rad (31) bzw. Bremszylinder (30) und/oder Bremsdruckmodulator (29) angeordnet sind, mindestens einen Meßwert für die Radgeschwindigkeit und den Bremsdruck;
- e) die Radmodule (1, 2, 3, 4) senden wenigstens einen der von ihnen empfangenen Meßwerte bzw. eine daraus abgeleitete Information an das Zentralmodul (5, 6);
- f) die Radmodule (1, 2, 3, 4) erzeugen elektrische Ausgangssignale zur Ansteuerung eines zugehörigen, vorzugsweise baulich mit den Radmodulen (1, 2, 3, 4) vereinigten Bremsdruckmodulators (29);
- g) der Informationsaustausch zwischen dem Zentralmodul (5, 6) und den Radmodulen (1, 2, 3, 4) erfolgt über mindestens einen Datenbus (7, 8) mit festgelegten Schnittstellen.

2. Bremssystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß in den Zentralmodulen (5, 6) nach Last-Kriterien (ALB) und/oder nach Bremsbelag-

verschleiß-Kriterien eine Bremsdruck-Modifizierung bzw. -Aufteilung durchgeführt wird.

3. Bremssystem nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß in den Radmodulen (1, 2, 3, 4) eine Blockierschutz- und/oder Schleuderschutzfunktion (ABS/ASR) enthalten ist.

4. Bremssystem nach Anspruch 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß in dem Zentralmodul (5, 6) eine Fahrzeug-Referenzgeschwindigkeit für den Blockierschutz gebildet wird.

5. Bremssystem nach Anspruch 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß zwei Zentralmodule (5, 6) vorgesehen sind, welche über einen weiteren Datenbus (9) mit Standardschnittstelle Informationen austauschen und sich gegenseitig überwachen.

6. Bremssystem nach Anspruch 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Stromversorgung der Radmodule (1, 2, 3, 4) im Störfall mittels elektronischer Schalter oder Relais (10, 11, 12, 13) durch das Zentralmodul (5, 6) abschaltbar ist.

7. Bremssystem nach Anspruch 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Datenbusse (7, 8, 9) als Lichtleiter ausgebildet sind.

8. Bremssystem nach Anspruch 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Radmodule (1, 2, 3, 4) über zusätzliche Eingangsleitungen (22, 23) Informationen über Bremsbelagstärken und -Temperaturen erhalten.

9. Bremssystem nach Anspruch 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß zwei Radmodule (1, 2) oder (3, 4) zu einem Achsmodul zusammengefaßt sind.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

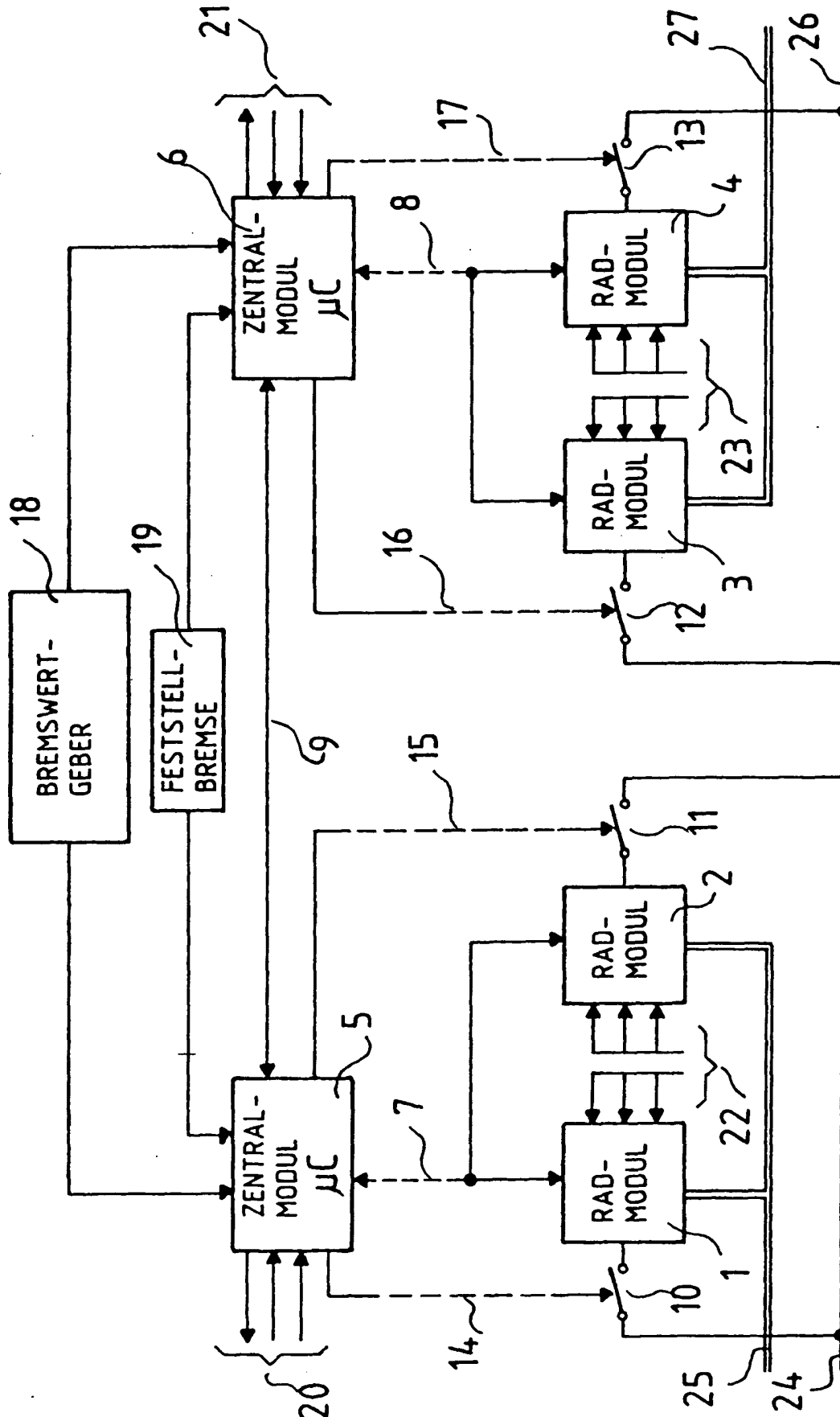


Fig. 1

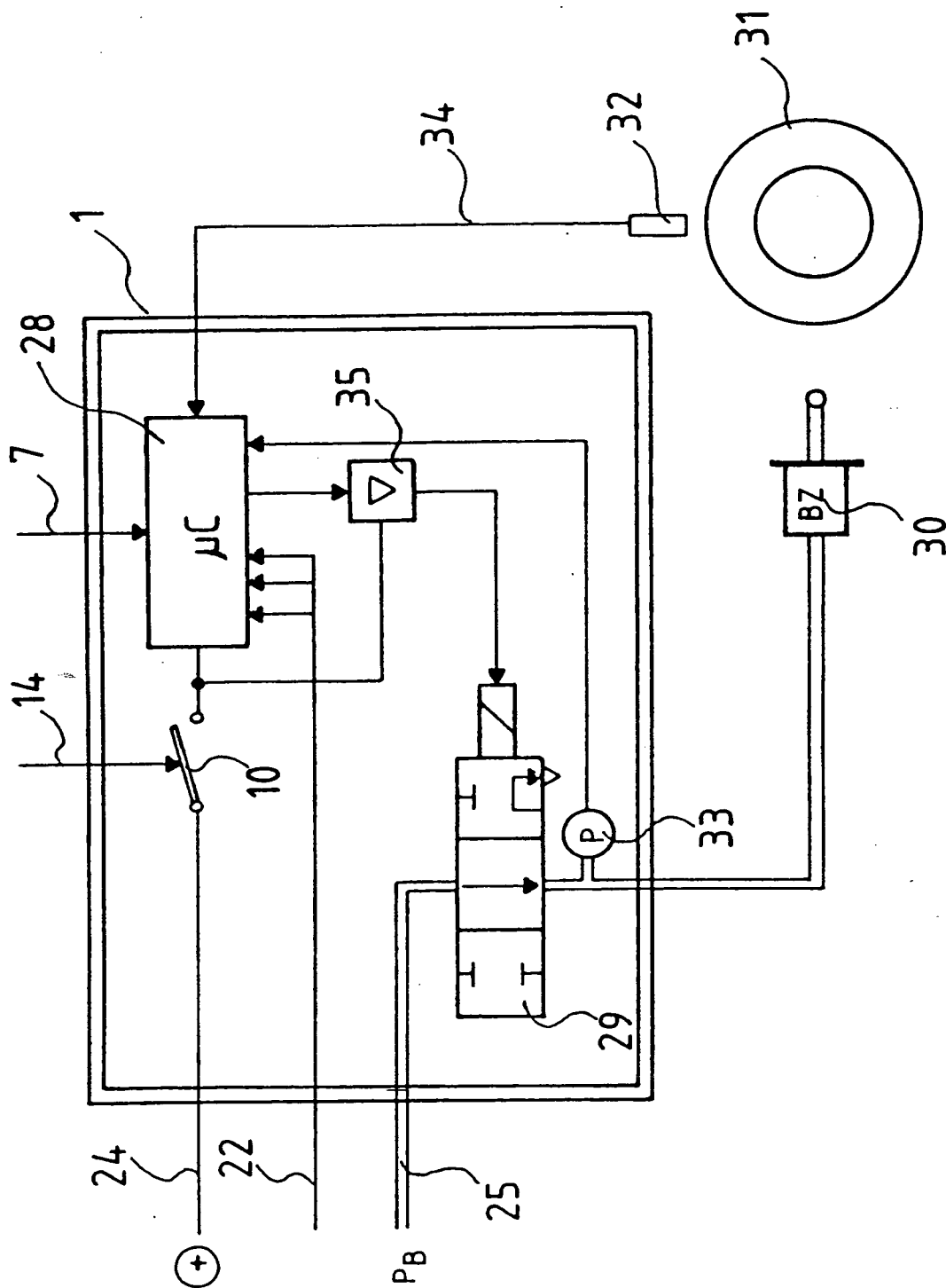


Fig. 2